

0-768916

На правах рукописи
УДК 597.553.2:597-152.6

ЗАВАРИНА
Лидия Олеговна

БИОЛОГИЯ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ КЕТЫ
(*ONCORHYNCHUS KETA*) СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО
ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

Специальность 03.00.10 – ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Заварина

Москва - 2008

Работа выполнена в лаборатории динамики численности и совершенствования прогнозов лососей Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО)

Научный руководитель:	доктор биологических наук Кловач Наталия Владимировна
Официальные оппоненты:	доктор биологических наук, профессор Карпенко Владимир Илларионович
	кандидат биологических наук Леман Всеволод Николаевич
Ведущая организация:	Московский государственный университет технологий и управления

Защита состоится 14 марта 2008 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 307.004.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) по адресу: 107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.17.

Факс 8-499-264-91-87, электронный адрес sedova@vniro.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО.

Автореферат разослан «14» февраля 2008 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000431139

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

М.А. Седова

М.А.Седова

Актуальность темы. Кета — наиболее широко распространенный вид тихоокеанских лососей (Берг, 1948; Salo, 1991). В пределах российского Дальнего Востока выделяют шесть районов воспроизводства кеты: Камчатка, Сахалин, северо-западное побережье Охотского моря, бассейн р. Амур, Приморье и бассейн р. Анадырь (Карпенко, Рассадников, 2004).

На северо-восточном побережье Камчатки (Карагинский и Олюторский заливы) кета является вторым по значимости, после горбуши, объектом промысла, а в неурожайные для горбуши годы занимает первое место.

Несмотря на весомую роль кеты северо-восточного побережья Камчатки в уловах камчатских лососей, исследования в основном касались раннего морского периода жизни (Карпенко, 1998; Карпенко, Николаева, 1989). Систематические работы по изучению биологии покатной молоди и производителей кеты сводились к накоплению материала и к настоящему времени объем данных позволяет провести сравнительный анализ, как качественных показателей рыб и их изменений, так и численности нерестовых подходов. В свете этого мы предприняли исследование состояния стад и динамики численности кеты северо-восточного побережья Камчатки.

Целью работы является анализ изменений качественных характеристик и основных закономерностей динамики численности, выяснение причин флуктуаций кеты для рационального использования запасов. При этом были поставлены следующие задачи:

- 1) Исследовать покатную миграцию и дать биологическую характеристику молоди кеты во время ската;
- 2) Описать нерестовую миграцию кеты;
- 3) Мониторинг биологических характеристик производителей кеты;
- 4) Изучить динамику численности кеты;
- 5) Выявить и оценить факторы, оказывающие влияние на численность поколений;
- 6) Разработать рекомендации для рационального промыслового использования запасов кеты.

Научная новизна. На основе многолетних данных приведены первые сведения по биологии покатной молоди и производителям, промыслу и динамике численности кеты, воспроизводящейся на северо-восточном побережье Камчатки. Установлено, что в годы, когда на восточной Камчатке многочисленна горбуша, на численность поколений кеты оказывает влияние общая биомасса отнерестившейся горбуши и кеты, обуславливающая поступление органических веществ в реки. Выявлено, что на кратность воспроизводства кеты влияет численность скатившейся молоди и общая биомасса органических веществ на нерестилищах после нереста горбуши и кеты. Возраст полового созревания кеты определяется численностью совместно нагуливающих поколений кеты и горбуши.

Показано, что динамика численности кеты северо-восточного побережья Камчатки тесно связана с динамикой численности горбуши этого района. Решающее влияние на формирование численности поколений кеты оказывают условия нагула в морской период жизни. Наибольшую численность дочерних поколений можно ожидать от нереста родителей, численность которых составляет от 0,136 до 0,5 млн. рыб.

Практическое значение. Результаты исследования положены в основу ежегодной оценки величины запасов кеты данного района Камчатки, прогнозирования мощности нерестовых подходов, оптимального заполнения нерестилищ и ОДУ. Они использованы при разработке рекомендаций по организации многовидового промысла лососей на северо-востоке Камчатки. Определение выживаемости молоди кеты в пресноводный и морской периоды позволяет оценить численность поколений взрослых рыб.

Апробация работы. Основные результаты исследований были представлены: на коллоквиумах лаборатории динамики численности и совершенствования прогнозов лососевых рыб КамчатНИРО (2002–2007 гг.); на II научно-практической конференции (Петропавловск-Камчатский, 2000); на II чтениях памяти В.Я. Леванидова (Владивосток, 2003); на V и VI научных конференциях «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей»

(Петропавловск-Камчатский, 2004, 2005); на симпозиуме NPAFC-PICES "The status of Pacific Salmon and their Role in North Pacific Marine Ecosystems" (Корея, 2005); на симпозиуме PICES/GLOBES «Climate variability and ecosystem impacts on the North Pacific: a basin-scale synthesis» (Гонолулу, США, 2006); на отчетной сессии (2006) и ученом совете (2007) КамчатНИРО.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 35 работ, в том числе 5 в журналах, рекомендуемых ВАК.

Основные положения, выносимые на защиту:

Динамика численности кеты северо-восточного побережья Камчатки тесно связана с динамикой численности горбуши этого района.

Условия в морской период жизни оказывают определяющее влияние на формирование численности поколений кеты северо-востока Камчатки.

Наибольшую численность дочерних поколений можно ожидать от нереста родителей, численность которых находится в пределах 0,136–0,5 млн. особей.

Структура работы. Работа изложена на 166 страницах, содержит 35 таблиц и 58 рисунков. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы, содержащего 269 источников, из которых 51 на иностранных языках.

Автор выражает глубокую благодарность за всестороннюю помощь и ценные советы при подготовке работы своему научному руководителю д.б.н. Н.В. Кловач. Искренняя благодарность руководителям и коллегам по институту: к.б.н. Е.А. Шевлякову, к.б.н. Ж.Х. Зорбиди, к.б.н. И.В. Тиллеру, к.б.н. Т.Л. Введенской, к.б.н. А.А. Бонк за помощь, инж. А.Н. Ходько за сбор полевого материала, инж. Е.С. Балуевой, Н.Д. Упрямовой и Н.И. Гайдамак за камеральную обработку материала, н.с. Т.Н. Травиной и м.н.с. Т.В. Бонк за определение видовой принадлежности хирономид и ракообразных.

Глава 1. Материал и методика

Материалы для настоящей работы собраны на наблюдательном пункте КамчатНИРО в бассейне р. Хайлюля, которая считается модельным водоемом

северо-востока Камчатки, в 1976–2005 гг., на рыбодобывающих предприятиях и наблюдательных пунктах Камчатрыбвода. Кроме того, в работе использована статистика прибрежного вылова в 1934–2006 гг. и материалы авиаучетов производителей на нерестилищах в 1957–2006 гг.

Численность нерестовых подходов кеты определяли суммированием данных о прибрежном вылове и количестве производителей на нерестилищах. Численность поколений оценивали по суммарной величине возврата зрелых особей. Долю и численность рыб разных поколений в нерестовых подходах определяли по средневзвешенному возрастному составу кеты в береговых уловах р. Хайлюля. Кратность воспроизводства определяли как частное от деления численности дочернего поколения на количество отнерестившихся родителей. Коэффициент возврата рассчитывали по формуле:

$$K_{\text{возвр}} = R/N,$$

где R – численность дочернего поколения и N – численность покатников.

Материал по биологическим показателям производителей собирали в различных реках северо-востока Камчатки, а по биологическим показателям молоди кеты лишь в р. Хайлюля. Анализ молоди и производителей проводили по общепринятой методике (Правдин, 1966). Количество собранного и обработанного материала представлено в таблице 1.

Таблица 1 Количество собранного и обработанного материала, экз. рыб

Водоем	Годы	Количество	
		Биоанализы	Определение плодовитости
Производители			
р. Хайлюля	1976–2005	7100	1708
р. Карага	1971, 1982, 1985–1989, 1991–1994, 1996, 1998–2005	1817	610
р. Кячига	1980–1985, 1987, 1989, 1990, 1992–1994, 2000, 2002–2005	2656	898
р. Апуха	1980, 1985–1987, 1989, 1990, 1999, 2001, 2003, 2004	1709	624
Покатники			
р. Хайлюля	1979, 1992, 1996–2005	2200	
Пробы на питание покатников лососей			
р. Хайлюля	2005		
кета		354	
горбуша		240	
нерка		117	

Возраст рыб определен по чешуе: до 1990 г. Е.Т. Николаевой, а позднее — автором настоящей работы.

Исследования покатной миграции молоди кеты проводили в 1988–2005 гг. на р. Хайлюля в 20 км вверх от устья реки. Обловы молоди проводили с интервалом в одни сутки в течение всего периода ската. В 2005 г. по окончании учетных работ молодь кеты продолжали облавливать мальковым неводом один раз в декаду (20.07; 30.07; 10.08 и 20.08) одновременно в 20 км и в 500 м от устья р. Хайлюля.

Интенсивность ската оценивали по данным суточного учета молоди, с расчетом коэффициента ската:

$$K_{\text{ската}} = N/P * 100\%,$$

где N – численность скатившейся молоди, P – популяционная плодовитость.

Материалы по питанию были собраны в 2005 г. в период ската молоди лососей и обработаны общепринятыми методами (Методическое..., 1974).

Статистическая обработка проведена с использованием программы Microsoft Excel.

Глава 2. Физико-географическое описание района исследований

На основе литературных сведений приводится краткая физико-географическая характеристика северо-восточного побережья Камчатки. Анализируются факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование климата, смены одного типа гидрологического режима на другой. Приведена характеристика основных нерестовых рек.

Глава 3. Биология кеты северо-восточного побережья Камчатки

3.1. Размножение кеты и ее нерестилища

На основе литературных данных приводятся сведения об особенностях размножения кеты, характеристике нерестилищ, температурном режиме содержания кислорода, pH, количестве свободной кислоты, скорости течения воды; о поведении производителей кеты на нерестилищах, а также факторах, влияющих на выживание икры в буграх, данные о потерях икры во время нереста и смертности в эмбриональный период развития.

3.2. Покатная миграция молоди кеты

Из р. Хайлюля молодь кеты скатывается с конца мая по конец июля. В нижнем течении реки она встречается до 10 августа. Массовый скат (около 90%) обычно происходит во второй половине июня—первой декаде июля, но в отдельные годы он может проходить и в другие сроки. Продолжительность покатной миграции за 17 лет изменялась от 17 до 42 суток, составив в среднем 27 дней. В одни годы в течение покатной миграции можно наблюдать один или два максимума численности молоди, а в другие ее миграция может проходить равномерно без пиков.

Как правило, максимум численности покатной молоди наблюдается при повышении уровня воды. Причем, в одни годы (1988–1990, 1992 гг.) наблюдалась прямая линейная связь между подъемом уровня воды в реке и относительной численностью покатников ($R^2 = 0,46–0,73$), а в другие годы (1991, 1995, 1999, 2003) эта связь носила полиномиальный характер ($R^2 = 0,53–0,64$).

Максимальное количество молоди (13,66 млн. экз.) скатилось в 1990 г., а минимальное — в 1998 г. (0,10 млн. экз.). Среднегодовое количество покатников с 1979 по 2005 гг. составила 2,33 млн. рыб. С 1983 по 1991 гг. наблюдалась двухлетняя цикличность с максимумом численности покатников по четным годам (1984, 1986, 1988, 1990), которая нарушилась в 1994 г. Позднее повышенное количество молоди наблюдалось в 1995, 1996, 2000 и 2001 гг.

Исследования показали, что численность родителей определяет количество покатной молоди только в четные годы ($r = 0,66$). В эти годы она изменялась от 0,018 до 0,097 млн. рыб, а количество молоди — от 0,227 до 3,528 млн. экз. В нечетные годы такая связь практически отсутствовала. Так, при численности производителей от 0,006 до 0,179 млн., скатывалось от 0,103 до 13,66 млн. мальков кеты.

Коэффициент ската ($K_{\text{ската}}$) кеты бассейна р. Хайлюля за период 1979–2004 гг. изменялся от 0,2 до 51,6% (средний 11,7%), что свидетельствует о

значительных колебаниях выживаемости икры, личинок и молоди в пресных водах (таблица 2).

Таблица 2 Коэффициент ската (%) кеты из р. Хайлюля в четные и нечетные годы нереста и при разной численности производителей

Год нереста	Численность родителей, млн. экз.	Коэффициент ската, %
Четные годы	<u>0,054</u> 0,018–0,174	<u>4,67</u> 0,20–12,11
Нечетные годы	<u>0,047</u> 0,006–0,179	<u>18,0</u> 0,82–51,6
1979, 1983, 1984, 1985, 1990	<u>0,139*</u> 0,097–0,179	<u>2,49</u> 0,20–5,44
1978, 1980, 1981, 1986, 1988, 1992, 1994	<u>0,050**</u> 0,042–0,060	<u>3,17</u> 0,82–9,18
1982, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995–2005	<u>0,022***</u> 0,006–0,038	<u>17,10</u> 0,86–51,58

Примечание: над чертой – средняя численность родителей и средний коэффициент ската, под чертой — пределы колебаний. * — многочисленное, ** — среднее, *** — малочисленное родительское поколение

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о воздействии плотностных факторов на выживаемость молоди кеты в реке. Так, в нечетные годы, когда нерестовало большое количество производителей, численность кеты р. Хайлюля превышала возможности нерестового фонда, происходила частичная гибель икры, вызывавшая низкий $K_{ската}$ по сравнению с годами нереста малочисленных поколений.

Следовательно, $K_{ската}$ имеет отрицательную корреляцию с численностью родителей как для всего ряда наблюдений (1979–2004 гг.), так и отдельно для четных и нечетных лет нереста, причем, теснота связи не велика и составляет: -0,46; -0,45 и -0,51, соответственно. В большей степени $K_{ската}$ зависит от общей биомассы органических веществ вносимых с телами отнерестовавших производителей горбуши и кеты. За исследуемый период корреляция между биомассой производителей горбуши и кеты и $K_{ската}$ составила $r = 0,71$ ($P = 0,001$). Однако для четных лет нереста связь между этими параметрами оказалась слабой ($r = -0,31$), в первую очередь, из-за небольшого количества отнерестившихся производителей горбуши, а для нечетных лет нереста, напротив, сильнее $r = 0,63$ ($P = 0,05$). Начиная с 1985 г., с увеличением численности горбуши поколений нечетных лет и внесением большего, чем в предыдущие годы количества органических веществ в водоем, коэффициент

корреляции между биомассой производителей горбуши и кеты и $K_{\text{ската}}$ повысился до 0,78 ($P = 0,01$) (рис. 1).

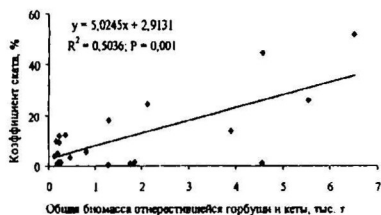


Рисунок 1 Зависимость коэффициента ската кеты от биомассы производителей горбуши и кеты на нерестилищах р. Хайлюля

Таким образом, численность родителей

кеты влияет на численность покатников только в четные годы нереста, когда низка численность восточно-камчатской горбуши. Для нечетных лет нереста, когда на восточной Камчатке многочисленна горбуша, влияние в большей степени оказывает количество органических веществ, вносимое в бассейн реки погибшими после нереста производителями горбуши и кеты.

3.3. Биологическая характеристика покатной молодежи кеты

За период исследований длина покатников кеты в р. Хайлюля изменялась незначительно от 34,8 до 37,7 мм, а масса от 278 до 464 мг, коэффициент упитанности по Фультону колебался от 0,63 до 0,91.

3.4. Питание молодежи кеты

Исследования показали (1979, 1992, 1996–2005 гг.), что более 81% покатников питаются во время ската. Так, с 16 июня по 10 августа 2005 г. в р. Хайлюля у молодежи кеты доля пустых желудков составила от 5,9 до 28,6%. В течение ската наиболее часто в пище покатников встречались личинки хирономид (52,4–66,7%), составлявшие 9,8–18,7% массы пищевого комка. Реже встречались личинки поденок (38,0–58,3%) и веснянок (2,4–28,6%). Иногда в желудках присутствовали имаго хирономид и других воздушных насекомых.

К концу ската увеличивалась частота встречаемости куколок и имаго хирономид, субимаго поденок и веснянок. Причем, если доля куколок была незначительна, то имаго хирономид составляли от 14,5 до 33,7% массы пищи. Наибольшую массу пищевого комка в начале лета имели личинки поденок 45,5–46,9%, которые к середине июля снизились до 9,4%, но увеличилась доля субимаго поденок до 20,4%. Аналогичная закономерность наблюдалась в

отношении веснянок. Роль других компонентов питания была незначительна. Средний индекс наполнения желудков варьировал от 95,2 до 188,6⁰/₀₀₀.

Покатная миграция кеты в бассейне р. Хайлюля проходит одновременно со скатом горбуши, а в конце июля и нерки. Покатники горбуши и нерки также активно питаются. Молодь горбуши часто потребляла личинок поденок (23,3–68,0%) и хирономид (16,7–33,3%), куколок (4,9–16,7%) и имаго хирономид (4–25%). Основу пищевого комка составляли личинки поденок (39,8–87,5). От 20,8 до 56,7% рыб не питалось. Средний индекс наполнения варьировал от 17,5 до 63,6⁰/₀₀₀. Пищевой спектр молоди нерки был разнообразен. Наиболее часто нерка питалась хирономидами во всех стадиях их развития (8–100%), имаго воздушных насекомых (14,3–85%) и субимаго поденок (10,5–62,5%), наибольшую массу пищи составляли личинки хирономид (1,6–58%) и субимаго поденок (1,2–45,1%). Рыб с пустыми желудками отмечено не было, а средний индекс наполнения варьировал от 50 до 206,4⁰/₀₀₀. Совпадение спектров питания покатников кеты и горбуши изменялось в пределах 46,8–68,3%, а кеты и нерки — на 62,2–72,8%.

Таким образом, в период ската молодь кеты, горбуши и нерки питается и имеет сходные пищевые спектры.

3.5. Условия обитания кеты в морской период жизни

На основании собственных и литературных данных о распространении и миграциях кеты в морской период жизни определены наиболее значимые факторы, которые обуславливают условия обитания кеты в море: это температурный режим поверхностных вод, степень адвекции тихоокеанских вод в Берингово море, состояниe кормовой базы и численность пищевых конкурентов.

3.6. Нерестовый ход производителей кеты

К северо-восточному побережью Камчатки кета начинает подходить к середине июня, а наибольшие подходы отмечаются, как правило, во второй–третьей декаде июля. Интенсивный промысел продолжается около месяца. В нечетные годы в июле добывается около 90% всего улова (2001, 2003 гг.), а в

четные годы меньше 44–76%. На август приходится 23–42%, а на сентябрь 1–14% всего улова. Промысел прекращается во второй декаде сентября, но ход кеты продолжается до конца сентября–начала октября.

3.7. Характеристика биологических показателей производителей кеты

Возрастная структура кеты р. Хайлюля за последние 30 лет (1976–2005 гг.), претерпела весьма существенные изменения. Так, доля рыб возраста 2+ и 3+ снизилась соответственно с 4,5 и 60% (1976–1980 гг.) до 2,6 и 40,2% (2001–2005 гг.). В то же время, доля старших рыб повысилась: 4+ с 35 (1976–1980 гг.) до 43,3% (2001–2005 гг.) и 5+ с 0,5 до 13,7%. Появились особи возраста 6+ (1986, 1992, 1996, 1997 и 2002 гг.), составляющие от 0,2 до 2,1%.

Эти изменения отразились и на биологических показателях кеты. Произошло изменение половой структуры: доля самок снизилась с 56,8 в 1971–1980 гг. до 46,9% в 2001–2005 гг. Такое явление отмечено и в других районах северо-восточного побережья Камчатки, где доля самок уменьшилась с 53,0 до 49,7%. Кроме того, наблюдается снижение доли четырехлетних самок и рост доли самок старших возрастов.

Размерно-массовые показатели кеты различались по годам. Период с 1970-х годов до конца 1990-х характеризуется снижением размерно-массовых показателей: длины на 2,5 см, массы на 0,5 кг. Причем эти изменения были характерны для рыб всех возрастных групп. Так, длина рыб возраста 2+, 3+, 4+, 5+ снизилась на 2,6; 5,1; 4,3; 4,8 см, а масса на 0,33; 0,80; 0,72 и 0,82 кг, соответственно.

С 1970-х годов прослеживается тенденция снижения, как общей средней абсолютной плодовитости самок, так и по возрастам. Так, у кеты 3+ в р. Хайлюля абсолютная плодовитость снизилась с 2685 шт. в 1971–1980 гг. до 1978 шт. в 2001–2005 гг., а у 4+ — с 2711 до 2362 шт., соответственно. Произошло снижение средней абсолютной плодовитости самок в целом с 2701 до 2231 шт., а масса икринок увеличилась с 163 до 204 мг.

В последние десятилетия XX века в биологической структуре стада кеты

р. Хайлюля произошли следующие изменения: снизилась длина и масса, увеличилась доля рыб старших возрастных групп, изменилось соотношение полов. Это характерно и для кеты всего северо-восточного побережья Камчатки. Ведущую роль в воспроизводстве стали играть самки старших возрастных групп, характеризующиеся большими размерами и высокой плодовитостью.

Все эти явления, связаны с увеличением численности тихоокеанских лососей на местах нагула в океане, что, в свою очередь, обуславливает действие плотностных факторов и приводит к замедлению темпа роста и созревания (Гриценко и др., 2000; Кловач, 2002; Morita et al, 2005; Kaeriyama et al, 2007).

Глава 4. Динамика численности кеты северо-восточного побережья Камчатки

4.1. Многолетняя динамика подходов и уловов кеты

В течение периода 1957–2006 гг. численность нерестовых подходов кеты к северо-восточному побережью Камчатки различалась в 38,7 раза, варьируя от 0,127 до 4,921 млн. рыб.

До 1940 г. в этом районе добывалось в среднем 2,647 тыс. т кеты. Увеличение отечественных уловов в 1941–1950 гг. (в среднем 7,574 тыс. т) было отчасти связано с уменьшением и прекращением японского промысла в этот период. Снижение уловов в 1951–1960 гг. (до 4,352 тыс. т) совпало с возобновлением промысла тихоокеанских лососей Японией в 1952 г., но уже в открытом море. В 1960-е гг. произошло резкое сокращение запасов кеты, и уловы снизились в среднем до 1,127 тыс. т. Этот процесс продолжился и в 1970-е гг., ее добыча составляла в среднем 1,209 тыс. т (рис. 2).

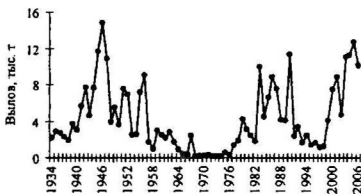


Рисунок 2 Вылов кеты на северо-востоке Камчатки

Депрессия запасов лососей во всех районах северной Пацифики в 1960–1970 гг. была обусловлена в первую

очередь климатическими факторами (Кляшторин, 2000; Radchenko, 1998). Однако, ни в одном районе воспроизводства лососей сокращение запасов не было столь большим, как на Камчатке, которое в значительной степени было связано также с изъятием неполовозрелых рыб в море. Стабилизация и некоторый рост прибрежных уловов лососей, в том числе кеты, начался с конца 1970-х гг. В 1980-е гг. ее уловы на северо-востоке Камчатки изменялись от 1,7 до 11,3 тыс. т (средний 6,096 тыс. т).

В целом, в уловах кеты северо-восточного побережья Камчатки выделяются два резко отличающихся примерно 20-летних периода: 1939–1956 г. — высокие уловы (18 лет) и 1957–1978 г. — низкие (рис. 2). Позднее, цикличность прибрежного вылова стала носить 10-летний характер: с 1979 по 1990 гг. отмечены повышенные уловы (средний 5,69 тыс. т), а с 1991 по 1998 гг. — низкие (1,84 тыс. т). В последние годы (1999–2006 гг.) уловы кеты увеличились значительно: от 4,01 до 12,65 (средний 8,76 тыс. т).

Анализ динамики прибрежного промысла и возрастного состава кеты северо-восточного побережья Камчатки показал, что с 1979 по 1986 гг. высокие уловы рыб отмечались 1 раз в 4 года, что соответствует продолжительности жизни доминирующей возрастной группы 3+. Таким образом, повышенные уловы были обусловлены лишь за счет одного урожайного поколения.

С 1990 по 1994 гг. максимальные уловы приходились на четные годы, а наиболее многочисленной возрастной группой была 4+. Двухлетняя цикличность нарушилась в 1996 г., когда параллельно со снижением уловов, в нерестовой части стада кеты вновь стали преобладать особи возраста 3+. Кроме того, значительную часть составили рыбы возраста 5+ (15,5%). В начале XXI века в уловах в четные годы доминировала пятилетняя кета (4+). В нечетные годы уловы были выше и основу составляли рыбы возраста 3+.

Обнаруженная 4-х летняя цикличность подходов кеты определяется численностью доминирующей в настоящее время в подходах группой рыб 4-х летнего возраста, а двухлетняя цикличность — влиянием разноурожайных поколений горбуши, многочисленной в нечетные годы на северо-восточном

побережье Камчатки, что будет показано ниже.

4.2. Соотношение численности родителей и дочерних поколений кеты северо-восточного побережья Камчатки

Для кеты этого района характерно расширенное воспроизводство. Так, из всего ряда наблюдений численность дочерних поколений была ниже или на уровне численности отнерестившихся производителей только в 7 случаях из 25 (1984, 1986, 1988, 1990, 1994, 1996, 1998). Причем катастрофически низкая их численность не связана ни с дефицитом производителей на нерестилищах, ни с переполнением последних. Так, при одинаковом количестве родителей в 0,8 млн. экз. в 1979 и 1996 гг. численность потомства различалась в 20 раз (5,931 и 0,298 млн. рыб). При численности производителей на нерестилищах от 0,136 до 0,269 млн. экз. численность потомства варьировала от 0,471 до 6,856 млн. рыб. В среднем численность дочерних поколений была выше при численности родителей от 0,136 до 0,5 млн. рыб, тогда как в других случаях она была ниже.

Известно, что величина естественной смертности лососей в море очень велика и подвержена значительным межгодовым колебаниям, о чем свидетельствуют изменения коэффициента возврата ($K_{\text{возвр}}$). Так, значения $K_{\text{возвр}}$ для кеты р. Хайлюля изменялись в 38 раз от 0,009 (1988 г.) до 0,342 (1979 г.). Причем, максимальное количество покатников не обеспечивало максимальный возврат. Так, численность поколения в возврате от максимального количества покатников в 1990 г. – 13,657 млн. экз. составила всего 0,217 млн. рыб и $K_{\text{возвр}} = 0,016$. В то же время от почти одинакового количества покатников 1,0–1,24 млн. экз. (1980, 1983, 1998, 2001 гг.) возвращалось 0,012–0,263 млн. производителей кеты. $K_{\text{возвр}}$ при этом изменялся в пределах от 0,010 до 0,239. Связь между численностью вернувшихся поколений кеты и $K_{\text{возвр}}$ поколений, родившихся в четные годы, составила $r = 0,67$, а в нечетные $r = 0,64$ (рис. 3).

С 1987 г. по 2001 гг. у кеты р. Хайлюля отмечено снижение выживаемости в морской период жизни. Так, если в 1978–1986 гг. $K_{\text{возвр}}$ изменялся от 0,033 до 0,342 (средний 0,188), то в 1987–2001 гг. — от 0,009 до 0,163 (средний 0,057).

Соответственно снизилась и численность поколений в возврате, в среднем составившая 0,189 млн. рыб (1978–1986 гг.) и 0,115 (1987–2001 гг.). Аналогичное явление отмечено для кеты о. Итуруп (Каев, 1999; Каев, Чупахин, 2002).

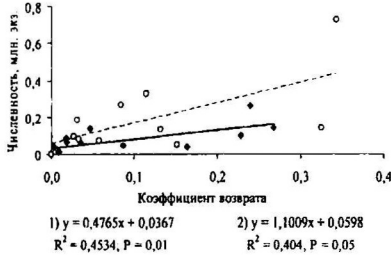


Рисунок 3 Зависимость численности поколений кеты р. Хайлюля в возврате от коэффициента возврата

Примечание: черные точки, сплошная линия — четные годы нереста, уравнение 1; белые точки, штрих-пунктир — нечетные годы нереста, уравнение 2

Таким образом, период жизни в море оказывает существенное влияние на формирование численности поколений кеты северо-восточного побережья Камчатки.

4.3. Кратность воспроизводства кеты и факторы, ее определяющие

Показатель кратности воспроизводства кеты северо-востока Камчатки изменчив: минимальное (0,14) и максимальное (37,67) значения различаются в 269 раз. С 1976 по 1982 гг. кратность воспроизводства в среднем составляла 4,88, а в последующий период (1983–1994 гг.) лишь 2,22. В 1995–2001 гг. произошло значительное увеличение эффективности воспроизводства, что определило высокий коэффициент кратности воспроизводства — 14,33. В пределах каждого из упомянутых периодов прослеживается двухлетняя цикличность колебания кратности воспроизводства с более высокими значениями в нечетные годы. Исключение составляют периоды: с 1980 по 1985 гг. и с 1992 по 1995 гг., когда она нарушалась.

Анализ связи коэффициента кратности воспроизводства и численности производителей на нерестилищах показал, что при количестве производителей от 0,136 до 0,5 млн. экз. показатель кратности воспроизводства имеет наиболее высокие значения (в среднем 10,31), по сравнению с большим или меньшим их количеством. При численности рыб на нерестилищах более 0,5 млн. кратность воспроизводства изменялась от 0,14 до 7,39 (в среднем 2,08).

Динамика коэффициента ската молоди кеты в бассейне р. Хайлюля обнаруживает сходную тенденцию с динамикой кратности воспроизводства кеты северо-восточного побережья Камчатки с 1993 г. ($R^2 = 0,86$, $P = 0,001$). С 1993 г. наблюдается также синхронное изменение коэффициента ската и численности поколений кеты этого района. Корреляция между коэффициентом ската и численностью поколений кеты составила 0,76 ($P = 0,05$). По-видимому, столь высокая связь в последний период обусловлена стабильными и благоприятными условиями нагула в океане.

Для анализа влияния общей биомассы органических веществ, вносимой производителями горбуши и кеты на нерестилища, на кратность воспроизводства поколений кеты использованы данные с 1988 по 2001 гг. (за исключением 1991–1994 гг., когда имели место беспорядочные колебания численности кеты) (рис. 4).

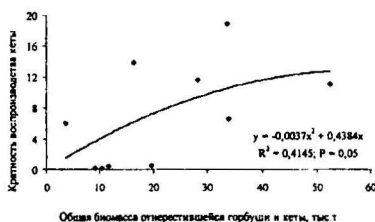


Рисунок 4 Зависимость кратности воспроизводства кеты от общей биомассы производителей горбуши и кеты на нерестилищах северо-восточной Камчатки

Низкая эффективность воспроизводства кеты была отмечена как при малочисленных подходах горбуши, так и при максимальных, что связано с заполнением производителями горбуши всех нерестилищ из-за растянутых заходах и сроках ее нереста, перекрывающихся со сроками нереста кеты.

Таким образом, наибольшую кратность воспроизводства дочерних поколений кеты можно ожидать от нереста производителей, когда их численность составляет от 0,136 до 0,5 млн. экз. На величину кратности воспроизводства также оказывает влияние, как численность скатившейся молоди, так и общая биомасса органических веществ на нерестилищах, приносимых производителями горбуши и кеты.

4.4. Скорость созревания поколений

В качестве показателя скорости созревания поколений используется средний возраст рыб. За весь период наблюдений средний возраст поколений кеты по периодам изменялся от 3,55 (1976–1980 гг.) до 3,72 лет (1991–2000 гг.) и за 25 лет составил в среднем 3,64 года. Доля рыб в возрасте 4+ и 5+ в это время возросла на 4–7%, а доля особей младшего возраста 2+ и 3+ снизилась на 0,8–10%.

Среднемноголетние показатели численности поколений и возраста полового созревания составили соответственно 2,32 (0,11–6,86) млн. экз. и 3,64 (3,25–4,09) года. Наиболее тесная связь ($R^2 = 0,35$) между средним возрастом и численностью поколений наблюдается при численности последних менее 2 млн. рыб.

При анализе взаимосвязи суммарной численности четырех поколений кеты, численности горбуши и среднего возраста созревания кеты в нечетные годы нереста теснота связи достигает $r = 0,55$ ($P = 0,01$), при условии исключения из анализа 1981, 1983 и 1985 гг., когда поколения горбуши были малочисленными (1982, 1984 и 1986 гг.).

Сходное значение коэффициента корреляции между этими показателями обнаружено и для четных лет нереста кеты — $r = 0,57$. Причем, коэффициент корреляции повышается до 0,80 ($P = 0,01$) при исключении 1980, 1988 и 1992 гг. В эти годы, а также в два предыдущих и последующий год у кеты наблюдалась повышенная доля рыб возраста 2+, 5+, а также присутствовали особи 6+.

Исходя из изложенного выше, можно предположить, что численность горбуши влияет на возраст созревания кеты на ее третьем году жизни, когда происходит созревание горбуши высокоурожайных поколений нечетных лет.

У кеты северо-восточного побережья Камчатки доли основных возрастных групп рыб 3+ и 4+ в поколении тесно связаны со средним возрастом их полового созревания. Коэффициенты корреляции параметров поколений 1976–2000 гг. равны -0,83 и 0,57, соответственно ($N = 25$). Суммарная относительная численность рыб возрастов 4+ и 5+ связана с возрастом

полового созревания $r = 0,90$, тогда как для особей возраста 5+ лишь $r = 0,69$. Для возможного прогнозирования соотношения рыб, созревающих в возрасте 3+, 4+ и 5+ (%) в каждом поколении получены следующие линейные уравнения:

$$3+ = -61,194x + 263,3 \quad (R^2 = 0,6872; P > 0,001),$$

$$4+ \text{ и } 5+ = 68,614x - 191,94 \quad (R^2 = 0,8051; P > 0,001),$$

где x — средний возраст полового созревания.

Точность оценки доли рыб, созревающих в возрасте 3+, и суммарной доли рыб возраста 4+ и 5+ находится на удовлетворительном уровне. Так, из 25 лет наблюдений только в 9 и 5 случаях, соответственно, расчетная доля особей имела отклонение от наблюдаемой более чем на 20%. Таким образом, возраст полового созревания кеты связан с численностью совместно нагуливающих поколений кеты и горбуши. Определение среднего возраста созревания поколений позволяет обеспечить надежное прогнозирование соотношения основных возрастных групп рыб, созревающих в возрасте 3+, 4+ и 5+.

4.5. Динамика численности поколений

В результате анализа данных за весь период наблюдений, установлено, что до 1981 г. многочисленные поколения приходятся на нечетные годы с преобладанием рыб в возрасте 3+. Наиболее многочисленным было поколение от нереста 1979 г. (5,93 млн. рыб). В 1981 г. численность дочерних поколений снизилась в 3,4 раза. Позднее повышенной урожайностью отличались поколения нечетных лет 1985, 1987 и 1989 с доминированием особей возраста 4+. С 1991 г. урожайность поколений снизилась до 1 млн. рыб и в поколении от нереста производителей 1991 г. преобладали рыбы возраста 3+. В поколении 1993 г. рождения при низком уровне воспроизводства преобладала пятилетняя кета и эта тенденция сохранялась в 1995 и 1997 гг. В эти годы численность потомства была довольно высокой 5,28 и 2,68 млн. рыб, соответственно. В 1999 г. при доминировании особей в возрасте 3+ численность потомства достигла максимальной величины 6,86 млн. экз., а численность дочернего поколения от нереста производителей в 2001 г. составила около 5,36 млн. рыб.

Обычно, за поколениями высокой численности в нечетные годы следуют поколения пониженной численности четных лет, а в последующие нечетные годы урожайность оказывается ниже, чем в предыдущие.

Динамика величины поколений кеты находится в соответствии с периодическими колебаниями численности горбуши, воздействие которой может быть обусловлено действием плотностно-зависимых факторов в пресноводный и морской периоды жизни (рис. 5).

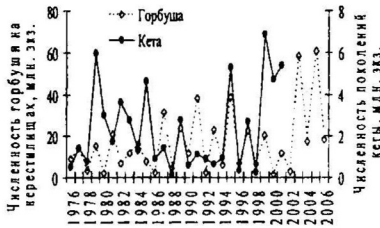


Рисунок 5 Численность производителей горбуши на нерестилищах и численность поколений кеты тех же лет нереста

В 1984–1986 гг. нарушилась двухлетняя цикличность подходов горбуши, которая восстановилась к 1987–1988 гг. С ее восстановлением повысилась теснота связи между численностью горбуши на нерестилищах и численностью поколений кеты этих же лет нереста. Так, если за весь период наблюдений коэффициент корреляции между ними был равен 0,34, то с 1988 по 1999 гг. он достиг 0,89.

Анализ зависимости кратности воспроизводства кеты от численности горбуши на нерестилищах за этот же период (1988–1999) показал высокую прямую связь $r = 0,83$. В обоих случаях «теснота» связи находится на одном уровне и, следовательно, можно утверждать о влиянии горбуши на численность поколений кеты на пресноводном этапе жизни и позднее в течение нагула в море.

Глава 5. Практические рекомендации по организации промысла тихоокеанских лососей на северо-востоке Камчатки

Для кеты характерен растянутый нерестовый ход и поэтому сроки ее добычи частично перекрываются со сроками промысла горбуши, чавычи, нерки и кижуча.

В условиях многовидового промысла лососей на северо-востоке Камчатки (Карагинский и Олюторский районы) представляется целесообразным при организации добычи лососей ориентироваться на наиболее массовый вид. В начальный период промысла — это в большинстве случаев горбуша, которая определяет особенности протекания путины, особенно в нечетные годы. Возможно, что в урожайные для горбуши нечетные годы кету следует учитывать по факту вылова, что даст возможность легализовать скрытый ее вылов.

К середине августа заканчивается нерестовая миграция горбуши, чавычи и нерки, но еще не начинается массовая миграция кижуча. В это время доля кеты в уловах обычно превышает 50%. В годы ее малочисленных подходов в этот период возможно прекращение промысла до начала массовой нерестовой миграции кижуча. Позднее, при промысле кижуча, кета должна добываться и фиксироваться, как прилов по факту, чтобы не дезорганизовывать его добычу.

Важнейшей составляющей рациональной организации промысла лососей является своевременное открытие путины. Начинать промысел лососей на северо-востоке Камчатки необходимо 15 июня, т.к. в это время начинается нерестовый ход ранней формы кеты, а также нерки и чавычи. При этом пропуск производителей на нерестилища следует регулировать с помощью определения количества орудий лова и пропускных дней, отменяя последние в случае экстремально больших подходов. Также целесообразно уменьшать количество рыбопользователей с небольшими объемами вылова. Кроме того, необходимо иметь возможность оперативного регулирования промысловых усилий, учитывая заполнение нерестилищ, а также возможность перераспределения лимитов между пользователями с учетом их возможного и реального освоения на основе информации по вылову.

Выводы

1) Численность поколений кеты северо-восточного побережья Камчатки определяется главным образом численностью горбуши, нерестующей в год нереста родительского стада кеты и выживаемостью в морской период жизни.

Численность производителей кеты не оказывает определяющего влияния на численность дочерних поколений.

2) Численность покатников кеты определяется численностью производителей лишь в четные годы нереста ($r = 0,66$), когда численность горбуши низка. Для нечетных лет нереста кеты она в большей степени обусловлена количеством органических веществ, вносимых в бассейн реки производителями обоих видов, обеспечивающих лучшие кормовые условия.

3) Между величиной родительского стада кеты и коэффициентом ската установлена обратная связь как для всего ряда наблюдений (1979–2004 гг.) так отдельно для четных и нечетных лет нереста ($r = -0,46; -0,45; -0,51$, соответственно). Коэффициент ската в большей степени зависит от общей биомассы органических веществ вносимых с телами отнерестовавших производителей горбуши и кеты ($r = 0,78$).

4) В период покатной миграции биологические показатели молоди кеты изменяются мало, несколько увеличиваясь к концу ската. Более 81% рыб питаются. Молодь кеты является эврифагом. Совпадение спектра питания у молоди кеты и горбуши составляет 46,8–68,3%, кеты и нерки — 62,2–72,8%.

5) Интенсивные подходы кеты на северо-восточном побережье Камчатки наблюдаются в июле–августе. В июле добывается около 65% всего улова, в августе 29%, в сентябре — 6%. Незначительное количество производителей продолжает заходить в реки до начала октября.

6) Возраст полового созревания кеты связан с численностью совместно нагуливающих поколений кеты и горбуши. Влияние численности горбуши на возраст созревания кеты происходит на третьем году жизни кеты, когда нагуливаются урожайные поколения горбуши. Этим определяется возрастная структура кеты в нерестовых подходах (3+ или 4+). Увеличение численности пятилеток (4+) происходит на следующий год после возврата на нерест высокоурожайных поколений горбуши.

7) Значения показателя кратности воспроизводства у кеты северо-восточного побережья Камчатки различаются по годам в 269 раз (0,14–37,67).

На его величину оказывает влияние численность скатившейся молоди и общая биомасса органических веществ на нерестилищах после нереста горбуши и кеты. Наибольшую кратность воспроизводства дочерних поколений кеты можно ожидать от нереста производителей, когда их численность на нерестилищах составляет от 0,136 до 0,5 млн. экз.

8) Кете северо-востока Камчатки свойственна 2-х и 4-х летняя цикличность урожайности поколений. Первая обусловлена периодическими колебаниями численности горбуши; а вторая — продолжительностью жизни доминирующей в подходах возрастной группы рыб.

9) В условиях многовидового промысла лососей на северо-восточном побережье Камчатки целесообразно при организации добычи лососей ориентироваться на самый многочисленный вид. Пропуск производителей на нерестилища следует регулировать с помощью варьирования сроков промысла, промысловых усилий и определения пропускных дней, которые следует отменять в случае экстремально больших подходов.

Список основных публикаций по теме диссертации

1. **Заварина Л.О.** Биологическая характеристика кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в период нагула в открытых водах Тихого океана // Тез. докл. II обл. науч.-практ. конф. 2000 г. «Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки». Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатрыбвод. – 2000. – С. 50–51.

2. Гриценко О.Ф., **Заварина Л.О.**, Ковтун А.А., Путивкин С.В. Экологические последствия крупномасштабного искусственного разведения кеты // Сб. науч. трудов. Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилегающих районах Охотского и Берингова морей в 1992-1998 гг. М. ВНИРО. – 2000. – С. 241–246.

3. Кловач Н.В., **Заварина Л.О.** Экспресс метод дифференциации стад кеты в океане // Вопр. рыболовства. – 2002. – Т. 3. – №3(11). — С. 534–543.

4. **Заварина Л.О.** Биологическая структура кеты *Oncorhynchus keta* северо-восточного побережья Камчатки // Чтения памяти В. Я. Леванидова.

Владивосток, 19–21 марта 2003 г. Владивосток: Изд-во Дальнаука. – 2003. – Вып. 2. – С. 531–540.

5. **Заварина Л.О.** Некоторые данные о неполовозрелой кете *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в летне-осенний период нагула в открытых водах Тихого океана // Тез. докл. V науч. конф. 22–24 ноября 2004 г. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский. – 2004. – С. 212–215.

6. **Заварина Л.О.** Промысловое использование кеты северо-востока Камчатки // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 393–397.

7. Шевляков Е.А., **Заварина Л.О.** Об особенностях динамики численности и методиках прогнозирования запасов кеты Западной Камчатки // Сб. науч. тр. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский. – 2004. – Вып. 7. – С. 181–186.

8. **Заварина Л.О.**, Шевляков Е.А. Возможный механизм формирования цикличности урожайных поколений кеты на северо-восточном побережье Камчатки // Матер. V науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский. – 2004. – С. 52–55.

9. **Заварина Л.О.** Тенденции изменения численности кеты северо-востока Камчатки и динамика ее биологических показателей // Докл. VI науч. конф. 29–30 ноября 2005 г. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский. – 2006. – С. 58–64.

10. **Заварина Л.О.** Об изменении биологических показателей кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на северо-восточном побережье Камчатки // Труды ВНИРО. – 2006. – Т. 146. – С. 211–226.

11. **Заварина Л.О.** Кета (*Oncorhynchus keta*) северо-восточного побережья Камчатки (на примере р. Хайлюля) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский. Сб. науч. тр. – 2007. – Вып. 9. – С. 96–121.

12. Бугаев А.В., Заволокина Е.А., **Заварина Л.О.**, Шубин А.О., Золотухин С.Ф., Капланова Н.Ф., Волобуев М.В. Киреев И.Н. Идентификация локальных стад кеты *Oncorhynchus keta* в западной части Берингова моря по данным траловых съемок НИС «ТИНРО» в сентябре-октябре 2002–2003 гг. // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 146. – С. 3–34.

13. Бугаев А.В., **Заварина Л.О.**, Шубин А.О., Старовойтов А.Н., Тепнин О.Б., Сорокина Т.Х. Биологическая характеристика кеты в Беринговом море и северо-западной части Тихого океана в период преднерестовых миграций 1997–2003гг. // Изв. ТИНРО. – 2007. – Т. 149. – С. 64–98.

14. Бугаев А.В., Заволокина Е.А., **Заварина Л.О.**, Шубин А.О., Золотухин С.Ф., Капланова Н.Ф., Волобуев М.В. Киреев И.Н. Популяционно-биологические исследования по программе BASIS. Часть 1 — Кета *Oncorhynchus keta* // Изв. ТИНРО. – 2007. – Т. 151. – С. 115–152.

15. **Zavarina L.O.**, Antonov N.P., and Bugaev A.V. Scale criteria identification of local chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) stocks in gillnet catches within economic zone of Russia in the Pacific Ocean // NPAFC International Workshop on Application of Stock Identification in Defining Marine Distribution and Migration of Salmon. Abstracts. November 1–2, 2003. East-West Center, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, U.S.A. – 2003. – P. 54.

16. **Zavarina L.O.** Dynamics of Biological Parameters and of Chum Salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) Abundance in the North-East of Kamchatka and Reasons to Determine the Dynamics // NPAFC-PICES Joint Symposium “The status of Pacific Salmon and their Role in North Pacific Marine Ecosystems”. October 30–November 1, 2005. Lotter Hotel Jeju, Seogwqipo, Jeju Island, Republic of Korea. P. 47.

17. **Zavarina L.O.**, Shevlyakov E.A. About the influence of pink salmon on the dynamics of chum salmon abundance in the west and north-east coast of Kamchatka // PICES/GLOBES Symposium. Climate variability and ecosystem impacts on the North Pacific: a basin-scale synthesis. April 19–21, 2006. Honolulu, U.S.A. P. 35.

Подписано к печати 8 февраля 2008 г.

Заказ от 11 февраля 2008 г.

Издательство КамчатНИРО,
683600, Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Объем 25 стр. А5

Тираж 120 экз.

